

ФИЗИОЛОГИЯ ТРУДА

УДК [612.822.8+612.172.2]-053.7(471.331)

ВЕГЕТАТИВНЫЙ БАЛАНС И ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНОШЕЙ ПРИЗЫВНОГО ВОЗРАСТА ТВЕРСКОГО РЕГИОНА

**А.В. Аксенова¹, Ю.П. Игнатова¹, И.И. Макарова¹, И.А. Жмакин¹,
Э.С. Кравчук¹, Н.Ю. Власенко², С.А. Журина¹**

¹Тверской государственный медицинский университет
Минздрава России, Тверь

²Тверской государственный технический университет, Тверь

Среди обследуемых лиц были выделены 4 группы: 1 и 2 – с умеренной (28,3%) и выраженной ваготонией (24,8%), 3 и 4 – с вегетативным равновесием (43,4%) и умеренной симпатикотонией (3,5%). Наиболее низкие значения M_o , ΔX , $SDNN$, $RMSSD$, $pNN50\%$, HRV , TP на фоне наибольших значений IN выявлены в группе лиц с умеренной симпатикотонией. Указанный факт подтверждает более высокую степень активности центрального регуляторного контура в данной группе обследуемых в сравнении с группами с нормо- и ваготоническим типом вегетативной нервной регуляции в 3-18 раз соответственно. Повышение ИБР, ВПР и ПАПР подтверждает избыточность симпатической регуляции и более высокий уровень функционирования регуляторных систем среди юношей с умеренной симпатикотонией. При анализе полученных данных в 4 группах обследуемых юношей выявлены статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) между средними значениями, что указывает на высокую информативность критериев variability ритма сердца, которые используются для исходной оценки ведущего типа вегетативной регуляции.

Ключевые слова: *вариабельность сердечного ритма, юноши, вегетативная нервная система*

Введение. В юношеском возрасте происходят существенные морфофункциональные изменения и завершаются процессы физического созревания человека как социально-репродуктивного резерва общества. Этот период характеризуется усложнением сфер жизнедеятельности юношей: расширяется диапазон социальных ролей и интересов. На этот возраст приходится много критических социальных событий, одним из которых является обязательство по несению воинской службы. Призывники и служащие по призыву – это

особая социальная группа молодых людей, поэтому проблема изучения и сохранения здоровья призывного контингента в сложных современных условиях развития России имеет исключительное значение, поскольку напрямую связана с вопросами национальной безопасности и независимости страны (Говорин и др., 2011).

Состояние здоровья юношей допризывного и призывного возраста в настоящее время вызывает тревогу. До 80% юношей по медицинским критериям не годны к службе в Вооруженных Силах Российской Федерации, а возврат юношей из армии по состоянию здоровья в последние годы увеличился вдвое (Чернявских и др., 2014).

Уровень функционирования сердечно-сосудистой системы, как одной из наиболее важных систем жизнеобеспечения, – важнейший показатель, который отражает состояние организма человека и его равновесие со средой (Баевский, Берсенева, 2008; Агаджанян, Макарова, 2014; Максимов и др., 2015). Частота, ритмичность и сила сердечных сокращений, находясь в значительной степени под воздействием вегетативной нервной системы, а также концентрации гуморально-активных веществ, весьма чувствительны к стрессовым факторам (Агаджанян, Макарова, 2005; Агаджанян, Баевский и др., 2006).

Баевским с соавторами (1984) была предложена двухконтурная модель регуляции ритма, которая представлена в виде двух уровней – центрального и автономного с прямой и обратной связью. Центральную регуляцию сердечного ритма обеспечивают симпатoadреналовые влияния. Этот уровень регуляции связан с недыхательной синусовой аритмией.

Автономная регуляция включает синусный узел, блуждающие нервы и ядра продолговатого мозга и связана с дыхательной аритмией.

С учетом накопленных экспериментальных и клинических данных модель Баевского (1984) значительно дополнена.

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) – это универсальная реакция организма на воздействие факторов внешней и внутренней среды, которая отражает регуляторные влияния на деятельность сердца. (Баевский и др., 1984; Бабунц и др., 2002, Макарова, Кушнир, 2012; Кушнир, Макарова, 2012; Максимов и др., 2015).

Анализ ВСР в настоящее время широко используется в современной науке и является одним из информативных неинвазивных методов исследования вегетативной регуляции системы кровообращения, оценки вегетативного баланса в процессе адаптации к различным климато-географическим факторам, прогнозировании уровня здоровья, физической и психической активности, в клинической практике (Рекомендации....1999; Баевский, Иванов, 2001; Barutsu et al., 2005; Конарева, 2011; Макарова, Кушнир, 2012).

Определение показателей ВСР базируется на оценке последовательности интервалов R-R, имеющих синусовое происхождение, и обеспечивает возможность получения количественной информации о модулирующем влиянии на сердце симпатических и парасимпатических отделов вегетативной нервной системы (ВНС) на деятельность сердца (Бабунц и др., 2002). При снижении значений показателей ВСР можно полагать о нарушении вегетативного контроля деятельности сердца и является неблагоприятным для прогноза. По данным обследований выявлено, что наилучшие показатели ВСР имеют практически здоровые лица преимущественно молодого возраста, спортсмены, промежуточные – у больных с органическими заболеваниями сердца, самые низкие – у лиц, перенесших эпизоды фибрилляции желудочков (Бокерия и др., 2009).

Цель исследования – изучение состояния вегетативного баланса по показателям ВСР с учетом временного и частотного способов анализа у юношей призывного возраста Тверского региона.

Методика. В обследовании принимали участие юноши – коренные жители Тверского региона (n=226) в возрасте 18-19 лет. Все юноши призывного возраста дали добровольные письменные согласия на предстоящее обследование, которое проводили осенью 2014 и 2015 г. с 11 до 13 часов.

ВСР регистрировали и анализировали согласно рекомендациям стандарта «Вариабельность ритма сердца. Стандарт измерения, физиологической интерпретации и клинического использования», который был принят в 1996 году группой экспертов Европейского кардиологического общества и Североамериканского общества электростимуляции и электрофизиологии (Task Force of..., 1996). Запись кардиоинтервалов осуществляли во II стандартном отведении в положении обследуемого лежа на спине, после 10-15 минутного отдыха (для стабилизации параметров кровообращения), не ранее чем через 2 часа после приема пищи и при температуре комфорта +20-22 °С.

Для анализа использовали 5-минутные реализации ЭКГ в покое с применением программного комплекса «КАД-03» (фирма «ДНК и К», г. Тверь). Были проведены математический, временной и частотный способы анализа ритма сердца. Нами проанализированы следующие показатели кардиоинтервалограммы: 1) мода - наиболее часто встречающееся значение (M_o , с); 2) амплитуда моды - число значений интервалов, соответствующих моде и выраженное в процентах от общего числа кардиоциклов (AM_o , %); 3) вариационный размах - разница между максимальным и минимальным значениями кардиоциклов (ΔX , с); 4) индекс напряжения (ИН, у.е.) - интегральный

показатель исходного вегетативного тонуса, который рассчитывается по следующей формуле $ИН = A_{Mo}/2 * Mo * \Delta X$; 4) индекс вегетативного равновесия (ИВР, у.е.) или коэффициент монотонности (КМ) и, вычисляется как $A_{Mo}/\Delta X$, и является критерием оценки соотношения между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС (Михайлов, 2002). ИВР характеризует регуляторный сдвиг и уровень функционирования регуляторных механизмов, степень их напряжения и централизации (Терещенко Ю.В, 2010); 5) вегетативный показатель ритма (ВПР, у.е.) - отражает вегетативный баланс с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции и определяет преобладание парасимпатической активности. ВПР определяется как $1/Mx * \Delta X$, где ΔX – диапазон изменений интервала R-R, а Mx – наиболее частое значение RR и 6) показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), который предусматривает диагностику функциональных состояний и определяется как A_{Mo}/Mo .

По данным ритмограммы оценивали следующие показатели: 1) квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD, мс), который позволяет оценить межинтервальные различия; 2) SDNN – среднее квадратичное (стандартное) отклонение, отражающее все периодические составляющие BCP, суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатических и парасимпатических отделов ВНС. SDNN оценивает общую BCP; 3) анализировали $NN50, \%$ - процент NN50 от общего количества последовательных пар интервалов NN, который представляет собой пропорцию интервалов между смежными NN, превосходящими 50 мс, к общему количеству интервалов в записи; 4) оценивали HRV – триангулярный индекс BCP, который определяется как отношение общего количества R-R интервалов к A_{Mo} .

По данным спектрограммы анализировали следующие показатели: 1) $TF, мс^2$ – суммарная мощность спектра в диапазонах HF, LF, VLF и ULF от 0,003 до 0,40 Гц; 2) HF ($мс^2, \%$) – мощность высокочастотной составляющей спектра (дыхательные волны) с частотным диапазоном - 0,15-0,4 Гц. HF отражает активность автономного контура регуляции сердечного ритма и вклад парасимпатического звена вегетативной нервной системы (Hilz, Dütsch, 2006; Баевский и др., 2009; Zygmunt, Stanczyk, 2010); 3) LF ($мс^2, \%$) - компонент имеет сложную центрально-периферическую организацию, внутренне связанную с HF (Шпак, 2002) и отражает вклад преимущественно симпатического тонуса, особенно в относительных единицах (Hilz, Dütsch, 2006; Zygmunt, Stanczyk, 2010), в суммарную мощность колебательного спектра регуляции ритма сердца

(Снежицкий, 2004; Баевский, Берсенева, 2008; Шлык, 2009). В условиях покоя может отражать и активность парасимпатической НС (Hilz, Dütsch, 2006; Zygmunt, Stanczyk, 2010); 4) VLF (мс², %) - физиологическая сущность данного компонента и поэтому его интерпретация при спектральном анализе коротких ЭКГ остается неоднозначной, и некоторые авторы этот компонент рекомендуют исключать из анализа; 5) нами проанализированы структура спектра ВСР – соотношение составляющих суммарную мощность спектра, выраженных в относительных значениях HF(%):LF(%):VLF(%), которая отражает взаимоотношения контуров управления сердечным ритмом и степень напряженности вегетативного баланса (Шлык, 2009), а также 6) LF/HF – соотношение мощностей низко- и высокочастотных волн спектра. Это соотношение показывает преобладание одного из отделов ВНС, отражает вагусно-симпатический баланс (Агаджанян, Баевский и др., 2006) и соотношение активности центрального и автономного контуров регуляции (Баевский, Берсенева, 2008).

Для статистической обработки полученных данных была использована программа «Statistica 6.1». Достоверность различий между выборками оценивали по критерию Манна-Уитни (U) ($p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение. В таблице №1 представлены результаты проведенного обследования юношей Тверской области.

Среднее значение Мо, отражающей состояние гуморального канала регуляции, а так же стабильность тонических влияний парасимпатических и симпатических нервов (Шпак, 2002; Баевский и др., 2009), составило $0,78 \pm 0,01$ с, что соответствует нормальным значениям.

Известно, что повышение Мо указывает на более сильную связь между центральным и автономным контурами управления сердечным ритмом. При симпатикотонии значения Мо минимальны, при ваготонии – максимальны (Михайлов, 2002; Баевский и др., 2009).

АМо, характеризуя нервный канал регуляции, является условным показателем активности симпатического отдела ВНС (Баевский и др., 2002), мерой его мобилизующего влияния (Михайлов, 2002). По мнению ряда авторов, данный показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления сердечным ритмом через симпатический отдел ВНС (Агаджанян, Баевский и др., 2006; Шпак, 2002). В нашей работе среднее значение АМо составило $32,60 \pm 0,70$, что соответствует вегетативному равновесию (Баевский и др., 1984).

Мо и АМо обладают наименьшей изменчивостью среди всех показателей синусового ритма.

Таблица 1

Средние значения показателей кардиоинтервалографии
в обследуемой группе юношей (n=226)

Способ анализа, показатель, единицы измерения	Средние значения показателей (M±m)
Математический:	
Мо, с	0,78± 0,01
АМо, %	32,60± 0,70
ΔX, с	0,53±0,02
ИН, у.е.	66,76± 4,43
ИВР, у.е.	99,57±6,24
ВПП, у.е.	3,61±0,15
ПАПР, у.е.	44,43±1,27
Временной:	
SDNN, мс	91,52± 3,44
RMSSD, мс	110,81± 5,40
pNN50, %	42,78± 1,37
RRNN, мс	806,13±7,65
HRV, у.е.	14,73±0,29
Частотный:	
TF, мс ²	9288,04± 1086,49
VLF, мс ²	1033,14± 108,47
LF, мс ²	2743,10± 247,24
HF, мс ²	4934,50± 528,91
LF/HF	1,07± 0,07
VLF, %	13,90± 0,54
LF, %	38,35± 0,93
HF, %	47,67± 1,04

При значительной доле медленных волн, значение показателя ΔX может отражать состояние подкорковых нервных центров. Чем больше данный показатель, тем выше активность автономного контура регуляции со сдвигом в парасимпатическую сторону (Шпак, 2002; Агаджанян, Баевский и др., 2006; Баевский и др., 2009;). В группе обследуемых юношей средние значения данного показателя составляет 0,53±0,02 с, что отражает состояние ваготонии.

ИН информирует о степени напряжения регуляторных систем, т. е. уровне функционирования центрального контура управления ритмом сердца и степени его преобладания над автономным. ИН отражает «цену» физиологической адаптации. В нашем обследовании среднее значение ИН составило 66,76± 4,43 у.е. По данным ряда авторов ИН в норме колеблется от 80 до 150 усл.ед.

(Михайлов, 2002; Шлык, 2009). По мнению Баевского с соавторами (1984) значения $ИН < 200$ указывает на ваготонию.

ИВР отражает баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердце с учетом состояния гуморального канала регуляции. В нашем исследовании в обследуемой группе лиц среднее значение ИВР в 1,5-2 раза меньше нормальных значений, приводимых в работах Шпак (2002) и Краснова, Олейник (2014). Снижение ИВР на фоне увеличения ΔX , что выявлено в нашем исследовании, указывает на ослабление центрального контура регуляции и повышение трофотропной активности. Среднее значение ВПР в группе обследуемых юношей также ниже данных, приведенных в работах Шпак (2002), Бабунц и др. (2002), Краснова и Олейник (2014). Чем выше автономная активность, т.е., чем ниже ВПР, тем в большей степени вегетативный баланс смещен в сторону преобладания парасимпатического отдела ВНС.

Таким образом, средние значения показателей ΔX , ИН, ИВР и ВПР указывают на снижение тонуса парасимпатического отдела ВНС на фоне значения ПАПР, которое находится в пределах нормы.

Временной способ анализа в группе обследуемых юношей представляет возможным оценить активность симпатического отдела ВНС по уровню стандартного отклонения величины интервалов $NN(SDNN)$, а парасимпатического - по среднеквадратичному отклонению интервалов NN или корню квадратному из суммы квадратов разностей их значений ($RMSSD$). В нашем обследовании среднеквадратичное отклонение разброса RR -интервалов ($SDNN$ или $СКО$) выше на 13-31% данных, представленных в работе Баевского и Иванова (2001), Бабунц и др. (2002), Краснова и Олейник (2014). Увеличение значения $SDNN$ показывает на усиление автономной регуляции, т.е. влияния дыхания на ритм сердца.

Среднеквадратичное отклонение RR , или корень квадратный из суммы квадратов разности их значений ($RMSSD$), среди обследуемых юношей также выше средних значений, полученных в исследованиях Баевского и Иванова (2001), Краснова и Олейник (2014) и Рекомендаций ЕКО САОСЭ (1999) в 2,2, 2,5 и 4 раза соответственно. Данный показатель не содержит медленноволновых составляющих ритма сердца и отражает активность автономного контура регуляции, которая характеризуется высокочастотными колебаниями. Чем выше $RMSSD$, тем активнее деятельность парасимпатической нервной системы. Средняя длительность интервалов $RR(RRNN)$ в нашем исследовании практически соответствует норме (Рекомендации ..., 1999).

Показатель pNN50, отражающий частоту появлений быстрых изменений ритма, которые характерны для преобладания парасимпатических влияний, в группе обследованных юношей находился на уровне $42,78 \pm 1,37\%$. По данным ряда исследователей (Бабунц и др., 2002; Баевский и др., 2009; Краснов, Олейник, 2014), значения этого показателя должны составлять более 10%, а его снижение будет свидетельствовать о степени ригидности ритма. Среднее значение HRV в нашем исследовании ниже тех данных, которые встречаются в научных публикациях (Краснов, Олейник, 2014) в 1,5-2 раза. Данный показатель отражает общую вариабельность ритма сердца и подтверждает смещение вегетативного тонуса в парасимпатическую сторону. Таким образом, временные параметры SDNN, RMSSD, pNN50%, HRV изменяются однонаправленно и на их значение влияет преимущественно парасимпатический отдел ВНС. Эти показатели являются отражением синусовой аритмии, связанной с дыханием.

В спектре, полученном при анализе короткой 5-минутной записи, нами были зарегистрированы очень низкие (VLF), низкие (LF) и высокие (HF) частоты. Сумма мощностей в диапазонах HF, LF и VLF определяется как общая мощность спектра TF. При этом следует заметить, что при вагусной стимуляции наблюдается увеличение общей мощности спектра, а при симпатической активации наблюдается обратная картина. В нашем исследовании среднее значение TP выше в 2,5 и более раз в сравнении с нормой (Шпак, 2002; Краснов, Олейник, 2014).

Известно, что в норме в условиях покоя VLF составляет 18-35% суммарной мощности спектра (Шпак, 2002). В нашем обследовании доля VLF несколько ниже нормы в условиях покоя. Имеются данные, что эта часть спектра свидетельствует о степени активации церебральных симпатoadреналовых эрготропных систем, а ее снижение говорит об уменьшении активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (Казаринова и др., 2001).

Среднее значение мощности LF в обследуемой группе юношей выше нормы более чем в 2 раза (Шпак, 2002; Краснов, Олейник, 2014). Мощность спектра LF рассматривается как критерий вазомоторных и барорефлекторных процессов. Однако, доля LF в общей мощности спектра в положении лежа составляет $38,35 \pm 0,93$, что соответствует верхней границе нормы (Рекомендации ..., 1999). Природа этих волн окончательно не установлена, хотя им приписывается как симпатическое, так и вагусное влияние на сердечный ритм.

Доля спектра HF в норме составляет 15-35% и отражает общую активность вагусной регуляции ритма сердца (Баевский, Иванов, 2001). В нашем исследовании доля спектра HF оказалась выше

нормативных значений в 1,5-2,5 раза. В случаях, если HF снижается до 10%, то это свидетельствует о преобладании эрготропного звена вегетативного регулирования синусного узла проводящей системы сердца. Абсолютная величина быстрых дыхательных волн в 4 раза выше нормальных значений (Шпак, 2002; Краснов, Олейник, 2014).

Следует заметить, что мощность HF и LF отражает не абсолютную интенсивность тонуса парасимпатического и симпатического отделов ВНС, а колебания величины потока импульсов, поступающих к сердцу по соответствующим нервам (Краснов, Олейник, 2014). Анализируя соотношения спектральных компонентов в общем спектре, нами установлено, что $LF < HF > VLF$. Данный факт соответствует относительной ваготонии в обследуемой группе юношей.

Нами была проведена оценка индекса вагосимпатического взаимодействия (LF/HF), среднее значение которого в обследуемой группе в 3 раза ниже рекомендуемой нормы (Шпак, 2002). Отношение LF/HF компонентов отражает вагусно-симпатический баланс, поэтому уменьшение этого показателя характеризует его сдвиг в парасимпатическую сторону. Таким образом, в группе обследуемых юношей, являющихся коренными жителями Тверской области и включенных в обследование, в регуляции ритма сердечной деятельности преобладает активность парасимпатического отдела ВНС и контур управления относится к автономному трофотропному уровню. Полученные данные согласуются с теоретическими физиологическими подходами к интерпретации показателей ВСР.

Используя классификацию состояний вегетативного гомеостаза, предложенную Баевским и др. (1984), по результатам обследования нами были выделены 4 группы. В первую и вторую группы объединили обследуемых лиц с умеренной (28,3%) и выраженной ваготонией (24,8%). Третья и четвертая группы представлены юношами, у которых выявлено вегетативное равновесие (43,4%) и умеренная симпатикотония (3,5%). Лиц с выраженной симпатикотонией нами не выявлено. В табл. № 2 представлены средние значения изучаемых показателей в соответствии с состоянием вегетативного гомеостаза в обследуемой группе юношей Тверской области.

Наиболее низкие значения Mo , ΔX , $SDNN$, $RMSSD$, $pNN50\%$, HRV выявлены в группе лиц с умеренной симпатикотонией на фоне наибольших значений ИН. Указанный факт подтверждает высокую степень активности центрального регуляторного контура в данной группе обследуемых юношей по отношению к группам лиц с нормо- и ваготоническим типом вегетативной нервной регуляции в 3-18 раз соответственно. Наибольшие значения у лиц с умеренной

симпатикотонией имеют ИВР, ВПР и ПАПР, превышая их значения в 3-20 раз в сравнении с данными в других группах обследуемых.

Т а б л и ц а 2

Средние значения показателей вегетативного гомеостаза и ВСР
среди обследуемых юношей Тверской области (M±m)

Способ анализа, показатель, единицы измерения	ВЕГЕТАТИВНЫЙ ГОМЕОСТАЗ, % обследованных лиц			
	Выраженная ваготония, 24,78%	Умеренная ваготония, 28,32%	Вегетативное равновесие, 43,36%	Умеренная симпатикотония, 3,5%
Математический:				
Мо, с	0,80±0,03	0,80±0,02	0,76±0,01	0,70±0,02 (4,5)
АМо, %	23,18±0,70	29,91±0,96	37,59±0,81	59,00±1,63 (1,2,3,4,5,6)
ΔX, с	0,93±0,05	0,57±0,03	0,30±0,014	0,14±0,08 (1,2,3,4,5,6)
ИН, у.е.	17,82±0,69	35,00±0,74	95,27±4,34	314,25±29,47 (1,2,3,4,5,6)
ИВР, у.е.	27,36±1,08	56,03±1,60	141,84±6,43	435,50±37,85 (1,2,3,4,5,6)
ВПР, у.е.	1,55±0,05	2,45±0,07	4,98±0,16	10,53±0,74 (1,2,3,4,5,6)
ПАПР, у.е.	31,82±1,86	39,38±1,94	51,61±1,64	85,25±4,17 (1,2,3,4,5,6)
Временной:				
SDNN, мс	153,93±7,44	95,34±3,28	58,29±1,77	31,25±1,47 (1,2,3,4,5,6)
RMSSD, мс	203,54±11,50	118,06±6,39	60,02±3,49	25,75±3,00 (1,2,3,4,5,6)
pNN50, %	61,29±1,92	46,03±1,75	32,06±1,84	10,33±3,69 (1,2,3,4,5,6)
RRNN, мс	828,79±15,84	828,13±15,19	784,90±10,73	731,75±21,81 (4,5,6)
HRV, у.е.	18,89±0,53	15,16±0,41	12,49±0,32	9,75±0,82 (4,5,6)
Частотный:				
TF, мс ²	25587,29± 3544,32	8700,75± 730,54	3332,45± 228,39	1097,75±114,95 (1,2,3,4,5,6)
VLF, мс ²	2264,68± 384,58	887,78±54,26	487,65±33,30	257,50±41,39 (1,2,3,4,5)
LF, мс ²	6365,68± 791,26	2291,59± 150,12	1150,94±74,24	501,00±61,36 (1,2,3,4,5,6)
HF, мс ²	12428,68± 1661,09	4355,34± 486,17	1410,90± 150,74	272,75±71,57 (1,2,3,4,5,6)
LF/HF	0,63±0,05	0,73±0,06	1,42±0,13	2,75±0,57 (2,3,4,5,6)
VLF, %	9,39±0,64	12,81±0,82	16,41±0,93	23,50±2,53 (1,2,3,4,5,6)
LF, %	27,18±1,36	30,00±1,53	37,88±1,51	48,00±3,80 (2,3,4,5,6)
HF, %	48,39±1,45	47,94±1,55	39,73±1,77	24,75±5,33 (2,3,4,5,6)

Примечание. Значимые различия при $p \leq 0,05$; 1-между лицами с умеренной и выраженной ваготонией; 2-между лицами с выраженной ваготонией и вегетативным равновесием; 3-между лицами с выраженной ваготонией и умеренной симпатикотонией; 4-между лицами с умеренной ваготонией и вегетативным равновесием; 5-между лицами с умеренной ваготонией и умеренной симпатикотонией; 6-между лицами с вегетативным равновесием и умеренной симпатикотонией.

Повышение ИВР и ВПР показывает избыточность симпатической регуляции и более высокий уровень функционирования. ПАПР, характеризующий степень напряженности регуляторных систем в группе лиц с умеренной симпатикотонией также значимо выше в сравнении с данными других групп ($p \leq 0,05$), что позволяет заключить о состоянии их напряжения и проявляется в недостаточности защитно-приспособительных механизмов, которые неспособны обеспечить адекватную реакцию организма при воздействии многочисленных факторов окружающей среды.

Выраженную регуляторную активацию высших вегетативных центров гипоталамо-гипофизарной системы отражает такой показатель как SDNN, значения которого соответствуют $31,25 \pm 1,47$ мс. По мнению ряда исследователей (Максимов и др., 2015), уменьшение значения SDNN ниже 50 является неблагоприятным признаком функционирования сердечно-сосудистой системы и подтверждает высокое напряжение функциональных резервов. Подключение высших уровней управления регуляторных систем ведет к подавлению активности автономного контура.

При высокой симпатической активности среднее значение ТФ является наименьшей в группе лиц с умеренной симпатикотонией. Низкие значения ТФ отражают снижение резервов организма у лиц, которые находятся в состоянии повышенного напряжения. Среди составляющих ТФ этой группы лиц доминирует низкочастотный компонент, который является маркером активности вазомоторного центра и барорефлекторной регуляции сердечного ритма (Шпак, 2002).

Заключение. При анализе полученных данных в 4-х группах обследуемых юношей выявлены статистически значимые различия ($p \leq 0,05$) между средними значениями, что указывает на высокую информативность критериев ВСР, которые используются для исходной оценки ведущего типа вегетативной регуляции.

Список литературы

- Агаджанян Н.А., Макарова И.И. 2005. Магнитное поле Земли и организм человека // Экология человека. № 9. С.3-9.
- Агаджанян Н.А., Макарова И.И. 2014. Этнический аспект адаптационной физиологии и заболеваемости населения // Экология человека. №3. С. 3-13.
- Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. 2006. Учение о здоровье и проблемы адаптации. Ставрополь: РУДН. 284 с.
- Бабунц И.В., Мириджанян Э.М., Машаех Ю.А. 2002. Азбука вариабельности сердечного ритма. Ставрополь. 112 с.

- Баевский Р.М., Берсенева А.П. 2008. Введение в донозологическую диагностику. М.: Слово. 220 с.
- Баевский Р.М., Иванов Г.Г. 2001. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты возможности применения//Ультразвуковая и функциональная диагностика. № 3. С. 108-127.
- Баевский Р.М., Кириллов А.И., Клецкин С.З. 1984. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Медицина. 221 с.
- Баевский Р.М., Берсенева А.П., Лучицкая Е.С., Слеченкова И.Н., Черникова А.Г. 2009. Оценка уровня здоровья при исследовании практически здоровых людей. Долговременный динамический донозологический контроль за функциональным состоянием практически здоровых людей и медико-экологическая оценка риска развития патологии. Методическое руководство к программе медико-экологических исследований в эксперименте «Марс-500». М.: Слово. 100 с.
- Бокерия Л.А., Бокерия О.Л., Волковская И.В. 2009. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. Т.4. №4. С.21-32.
- Говорин Н.В., Сахаров А.В., Ступина О.П., Кичигина И.В. 2011. Психическое здоровье призывного контингента. Чита: Экспресс-издательство. 204 с.
- Казаринова Ю.Л., Гусева И.А., Шабалин А.В. 2001. Особенности вариабельности ритма сердца у больных с эктопическими предсердными тахикардиями // Российский национальный конгресс кардиологов. М. С. 163.
- Конарева И.Н. 2011. Показатели кардиоинтервалографии у лиц с разным уровнем агрессивности // Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В.И.Вернадского. Сер. «Биология химия». Т. 24 (63). № 1. С. 67-78.
- Краснов Л.А., Олейник В.П. 2014. Мониторирование и анализ ритма сердца. Технические средства электронной и компьютерной диагностики в медицине. Харьков: ХАИ. 84 с.
- Кушнир С.М., Стручков И.В., Макарова И.И., Антонова Л.К. 2012. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей в различные периоды детства// Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки». Вып.18. №3 (122). С.161-165.
- Макарова И.И., Кушнир С.М., Стручкова И.В., Усова Е.В. 2012. Состояние вегетативной регуляции сердечного ритма у здоровых детей школьного возраста // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. Вып. 27. С. 21-27.
- Максимов А.Л., Лоскутова А.Н., Аверьянова И.В. 2015. Информативность показателей вариабельности кардиоритма при оценке адаптированности юношей призывного возраста к условиям Северо-Востока России // Вестник Северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. №4. С. 66-79.
- Михайлов В.М. 2002. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. Иваново: Изд-во Ивановской гос. мед. акад. 290 с.
- Рекомендации Европейского и Северо-американского обществ стимуляции и электрофизиологии. 1999 // Вестн. аритмологии. №11. С. 53-78.
- Снежицкий В.А. 2004. Показатели вариабельности сердечного ритма у

- больных с ваготонической дисфункцией синусового узла при проведении ортостатической пробы // Вестн. аритмологии. № 33. С. 28-33.
- Терещенко Ю.В.* 2010. Трактовка основных показателей variability сердечного ритма // Новые медицинские технологии на службе первичного звена здравоохранения: Материалы межрегион. конф. (10-11 апреля 2010 г.). Омск. 2010. С.3-11.
- Чернявских С.Д., Голдаева К.А., Дрыганова Л.А., Филиппенко Е.Г.* 2014. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у юношей призывного возраста // Научный результат. Серия Физиология. № 2. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-osobennosti-serdechnososudistoy-sistemy-u-yunoshey-prizyvnoy-vozrasta>
- Шлык Н.И.* 2009. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Ижевск: Изд-во Удмуртский университет. 259 с.
- Шнак Л.В.* 2002. Кардиоинтервалография и ее клиническое значение. Тверь: Фактор. 232 с.
- Barutcu I., Esen A.M., Kaya D., Turkmen M., Karakaya O., Melek M., Esen O.B., Basaran Y.C.* 2005. Cigarette smoking and heart rate variability: Dynamic influence of parasympatic and synaptic maneuvers // Ann. Noninvasive Electrocardiol. V.10. №3. P. 324-329.
- Hilz M. J., Dütsch M.* 2006. Quantitative studies of autonomic function // Muscle & Nerve. V.33. №1. P. 6-20.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology / Heart Rate Variability/ Standards of measurement / Physiological Interpretation and Clinical Use. 1996 // Circulation. № 93.P. 1043-1065.
- Zygmunt A., Stanczyk J.* 2010. Methods of evaluation of autonomic nervous system function // Arch. Med. Sci. V. 6. № 1. P. 11-18.

AUTONOMIC BALANCE AND HEART RATE VARIABILITY IN BOYS OF MILITARY AGE (TVER REGION, RUSSIA)

**A.V. Aksenova¹, Yu.P. Ignatova¹, I.I. Makarova¹, I.A. Jmakin¹,
E.S. Kravchuk¹, N.U. Vlasenko², S.A. Zhurina¹**

¹Tver State Medical University, Tver

²Tver State Technical University, Tver

We identified four groups among boys of military age in Tver Region: 1st and 2nd with moderate (28,3%) and pronounced vagotonia (24,8%), 3rd and 4th with vegetative balance (43,4%) and moderate sympathicotonia (3,5%). The lowest values of Mo, ΔX, SDNN, RMSSD, pNN50%, HRV, TP against the background of the highest values of IN were detected in the group of persons with moderate sympathicotonia. This fact confirms 3-18 times higher degree of activity of the central regulatory contour in this group in comparison with groups with normo- and vagotonic type of autonomic

nervous regulation, respectively. The increase in IWR, VLF, and VAPR confirms the redundancy of sympathetic regulation and the higher level of functioning of regulatory systems among boys with moderate sympathicotonia. 4 statistically significant differences ($p \leq 0,05$) between the mean values were found in 4 groups of surveyed young men, which indicates high information value of heart rate variability criteria used for the initial assessment of the leading type of vegetative regulation.

Keywords: heart rate variability, young men, autonomic nervous system

Об авторах:

АКСЕНОВА Алла Валерьевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: vso-tgma@yandex.ru

ИГНАТОВА Юлия Петровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: physiologtgma@mail.ru

МАКАРОВА Ирина Илларионовна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: iim777@yandex.ru

ЖМАКИН Игорь Алексеевич – кандидат медицинских наук, доцент, проректор по научной работе и инновационной деятельности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: tgma-nauka@mail.ru

КРАВЧУК Элина Сергеевна – аспирант кафедры физиологии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, e-mail: physiologtgma@mail.ru

ВЛАСЕНКО Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры психологии и философии, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Тверь, наб. А. Никитина, д. 22, e-mail: natalya_vlasenko@mail.ru

ЖУРИНА Светлана Александровна – студентка 3 курса факультета ВСО, ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет Минздрава России», 170100, Тверь, ул. Советская, д. 4, , e-mail: physiologtgma@mail.ru

Аксенова А.В. Вегетативный баланс и вариабельность сердечного ритма у юношей призывного возраста Тверского региона / А.В. Аксенова, Ю.П. Игнатова, И.И. Макарова, И.А. Жмакин, Э.С. Кравчук, Н.Ю. Власенко, С.А. Журина // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2017. № 1. С. 37-50.